

# 複雜調適系統觀點下的課堂教學形貌與發展途徑

陳建銘

臺北市大橋國民小學教師兼主任

## 摘要

當前國民教育現場課堂教學系統係一由教師、學生、教材、環境等構成要素交互作用及影響所形成的非線性動態系統，傳統理性決定論的線性邏輯觀點已難對其作出完整而適切的觀察、描述與解釋。本文以複雜調適系統觀點對國民教育場域課堂教學系統加以審視並參照「複雜調適系統」相關特性，對課堂教學的運作形貌進行闡釋，並依此提出促進課堂教學正面效益的相應發展途徑，供教育學界及實務工作者參考，冀能對國教場域課堂教學系統之研究與發展產生另類的啓示作用。

關鍵詞：複雜調適系統、課堂教學、自組織

## 一、前言

自1980年代以來，複雜性科學理論的興起，不僅引發了自然科學界研究思維的新革命，亦漸次被社會科學研究者應用至人類、社會、經濟、政治、教育、管理實務等不同領域相關問題及現象的探討，更被部份學者視作社會科學研究的典範移轉；1994年美國聖塔菲研究所（Santa Fe Institute, SFI）的J. Holland進一步提出「複雜調適系統」觀點（Complex adaptive system，簡稱CAS），開啓了探討複雜系統的新途徑，

更獲得自然科學界及社會科學界廣泛的迴響，且被諸多社會科學研究者視為是一個可以用來檢視社會科學系統的簡單架構（張婉菁，2005；Anderson,1999；Morrison, 2002；Stacy, 1996）。

近年來，隨著人文主義思潮的興起，教育被視為是一門人教人的學問，教育場域中的教師及學生均應被視作具有價值、尊嚴且擁有自主意識的行動主體來加以看待。其間，各個行動主體於課堂活動中彼此互動，所形構的課堂教學系統，若以「複雜調適系統」的觀點來加以檢視，其所顯露的運作形貌為何？可採行怎樣的相應發展途徑以促進課堂教學的正面效益？皆為國民教育場域進行理論轉化及實務應用時值得探討的課題。

本文將先論述複雜調適系統觀點的主要概念，復以複雜調適系統的觀點審視課堂教學系統，並參照「複雜調適系統」特性，對課堂教學的運作形貌進行闡釋，再依此提出促進課堂教學正面效益的發展途徑供教育同好參考，冀能對國民教育場域課堂教學系統之研究與發展產生另類的啓示作用。

## 二、複雜調適系統觀點的主要概念

「複雜調適系統」係複雜性科學理論的新興觀點，1994年由J.Holland於聖塔菲研究所成立十週年的專題講座中正式提出後，開啓了人們進一步探究與理解

複雜系統理論內涵與實體現象的新里程及另類途徑。惟隨著複雜調適系統觀點之應用範疇，由原本自然科學領域的探討，逐漸擴展至社會科學領域現象與問題的探討，各家學者亦陸續發現或歸納出諸如非線性、動態性、網絡關係、互動的行動主體、自組織、協同演化、湧現現象…等各項複雜調適系統特性，且被視為是一個可以用來檢視或分析社會科學系統的簡單架構。

複雜調適系統觀點雖尚未發展出可被普遍接受的定義或統一原則，但就各相關研究所提出的發現或解釋，仍可將複雜調適系統觀點的基本概念歸納出微觀和巨觀的兩個面向加以論述（Anderson,1999；Holland, 1995）：若以微觀面向而言，複雜調適系統包含了各具不同心智模式（或認知基模）的行動主體（agent），這些行動主體具自主性且彼此交互作用，並會在與環境互動的過程中依循一般的「刺激—反應」模式運作，從而根據行動結果修改或調整自身的心智模式與行為方式，體現出行動主體的主動性與適應力，以取得系統環境中更好的生存與發展；若以巨觀面向而言，整個系統的運作與發展，則是透過各行動主體彼此間以及和環境的交互作用，產生自組織（self-organization）、分化（dissipative）、湧現（emergent）等各類複雜演化歷程，從而形成巨觀系統的整體形貌。

承上所述，由複雜調適系統觀點的基本概念可知，從微觀的簡單局部運作現象，到巨觀的系統整體演化形貌，顯露出該觀點用以檢視系統運作與發展形貌的基本架構與內涵，主要在於強

調系統的變化情形得以不同分析層次來加以描述，任一分析層次之運作秩序，係植基於較低一層次的既有結構及各行動主體間的互動調適而自然湧現，從而形成從無序走向有序的整體運作形貌（Anderson,1999）；其間，在系統運作及發展過程中，往往會呈現出非線性、網絡關係、行動主體的互動調適、自組織、協同演化、隨機湧現等若干特性。

### 三、「複雜調適系統」觀點下的課堂教學形貌

本文藉由文獻審閱、實務體察，以及教育同業夥伴的經驗交流中，細究當前國民教育現場課堂教學的實際運作情形，發現涉及教師、學生、教材、環境等課堂教學構成要素的交互作用及影響，實難盡依既定目標或預設方向發展，反易呈顯動態演化及隨機湧現（emergence）的樣態與形貌，確與複雜調適系統觀點所強調的若干特性相符合。

茲參照「複雜調適系統」中可供檢視課堂教學系統運作與發展形貌之若干特性（Anderson,1999；Dooley, 1997；Holland, 1995；Kauffman,1995；Stacey, 1996），闡釋說明如下：

#### （一）由互動調適的行動主體組成

一個複雜調適系統是由眾多彼此互動的行動主體（agent）所組成，每一行動主體各具不同的心智模式，且以其所扮演的角色與系統環境及其他行動主體隨機進行交互作用，從而調整自身的心智模式以適應環境的變化，或與其他行動主體發展競合關係，以造就系統的複

雜性並體現自身的主動性與適應能力。

揆諸教學現場，課堂教學系統中的教師與學生均是具有不同心智模式的行動主體，各個行動主體會偵測並解釋課堂中各項人（其他的「行動主體」）、事、時、地、物所交織形成的複雜情境，藉此調整或改變自我的心智模式，以作為個體適應課堂情境的認知基模（schema）—教師與學生在教與學的交感互動過程中，依據自我經驗、想法與假設進行策略性選擇（strategic choice）及採取行動，並且根據行動結果形成反饋作用，重新調整或修正既有的心智模式，以獲取知識、經驗的重組與改造。

## （二）開放性環境與多樣性分化

複雜調適系統觀點主張系統中的不同行動主體必須在一個開放性的系統環境中，進行個體與環境間，以及個體彼此間有關物質、能量與資訊的相互交流，且在反覆的交流互動過程中，不斷地調適及改變自身基模（schema），除了造成個體朝不同方面發展，分化出多樣性的個體類型外，亦促成了個體局部的適應調整及整體系統的複雜演變。

揆諸教學現場，課堂教學系統是一個開放系統，除了師、生共處的班級教室環境外，亦受整體教育環境（包含學校教育環境）以及社會大環境影響。其間，教師、學生、教材與課堂內外環境等系統構成要素，彼此反覆進行物質、能量與資訊的相互影響和交互作用，形構了整體課堂教學系統的演化與發展。教師作為系統中的行動主體，將因應課堂情境隨機調整與改變教學的內容、方法與步調，以致同一位教師在不

同節次或班級中教授同一單元教材，會呈現出不盡相同的教學風貌或樣態；而學生同為系統中的行動主體，在學習過程中亦會配合課堂情境與個人需求，調整與改變自身的認知、態度與行為，從而形成個體之間具個別差異的多樣性發展。

## （三）動態網絡關係與協同演化

複雜調適系統觀點強調系統中的行動主體於動態網絡關係中彼此交互作用，各個行動主體的演化會相互牽連及影響，造成彼此間認知、態度與行為的改變或調整，進而影響到系統中各個行動主體與環境的適配狀態，形成「協同演化」（Co-evolution）的現象。

揆諸教學現場，課堂教學系統經由教師、學生、教材、環境等構成要素錯綜繁複的相互影響與作用，進而形成動態而複雜的網絡關係。課堂教學系統中的教師與學生無法自絕於此一網絡關係的交互影響，勢必隨著系統中各要素間相互制約或促進的正、負向回饋機制，彼此形成「協同演化」（Co-evolution）的作用—無論是師生、生生之間在教與學的互動活動中均會彼此相互牽引與調適，進而影響整個課堂教學系統的發展，並導引出解決當下問題的調適性學習（adaptive learning）與改變心智模式的創造性學習（generative learning）。

## （四）自組織行為與湧現現象

複雜調適系統中的個體、團體或組織在沒有外力的干預或介入，僅依靠系統內部因素的相互作用，即能自發性地自行調整、組織及演化，並可能形成新的結構、秩序與規則，或創生出不同的

發展方向與結果，從而體現出自組織行為的演化過程及可能萌生的湧現現象。

揆諸教學現場，課堂教學過程是一個教學系統發展演化的歷程，以整體運作形貌而言，課堂教學系統在課程架構與教學目標的前導下，教與學的活動朝著一定的方向運行與演化，並在演化過程中呈現出一定的整體性；但就系統內各構成要素及行動主體間的交流互動而言，則是具有隨機的、自組織的、線性與非線性交織的動態均衡樣貌，教師與學生在系統的演化過程中，展現行動主體的主動性、適應性和創造力，因應課堂情境及學習需求，自組織性地有機調整教與學的內容、方法和步調，從而引發課堂教學系統的湧現現象—萌生出權宜、調適或創新的看法、想法及行動，進而形成非預期的認知策略與最適演化的行動結果。

#### 四、促進課堂教學正面效益的發展途徑

當前國民教育場域中課堂教學之實務運作形貌，已具有上述「複雜調適系統」的特性，惟有效掌握這些特性以開展對課堂教學有利的發展途徑，方能對課堂教學系統及個人帶來正面積極的助益。茲列舉下數端可行途徑，供教育同好參考：

##### （一）提升教師課程慎思的實踐智慧

Joseph Schwab於1969年提出「課程慎思」（curriculum deliberation）的實用觀點，強調所有理論皆無法包含課程實踐的所有事實，只有在具體的實務情境中慎思，才能創建課程與教學的實踐智

慧。換言之，課程慎思乃課程決定的核心，教學者透過對實務情境之感知、理解、價值澄清與判斷、形成變通方案、選擇及決定等過程，以發展出合適的課程（Pereira, 1998；Reid, 1978）。此一理論概念正可對課堂教學系統所顯現的複雜調適系統特性—互動調適的行動主體，提供一個相應有利之發展途徑的參考方向。

課堂教學系統在教師、學生、教材與環境等構成要素交互作用與影響下，符應了複雜調適系統的特性，惟教師得參酌「課程慎思」的理論概念，在實際課堂教學情境中檢視手段與目的（means and ends），以及各構成要素之間複雜的交互影響關係，並運用自身專業對課堂教學構成要素進行識讀及判斷，因應課堂教學實境的需求，對課程內容進行適度增刪、修改或調整，並發揮自身的創造力與能動性，以發展出有機的、適切的課程方案，從而有效引導或促進學生個人或團體於實際課堂教學情境中，選擇並進行最適或較佳的學習內容、活動與方式，藉以彰顯教師與學生在課堂教學系統中「I-Thou」相生相長的主體能動性，並促進整體課堂教學品質的提升。

##### （二）發展教與學協同演化的共創價值

「學習共同體」所主張之理念—透過學習者與自己、學習者與他人、學習者與世界等三個層次之對話及相遇，讓課堂中的學習活動達致「師、生、境」、「人、事、我」三位一體的充分交流、互動與演化（李錫津，2012；黃郁倫、鐘啓泉譯，2012）。此一理論概念正可對課堂教學系統所顯現的複雜調

適系統特性—動態網絡關係與協同演化，提供一個相應有利之發展途徑的參考方向。

身處課堂教學系統中的師生、生生之間，應突破傳統單向知識傳授的線性教學模式，將班級中的學生以分組或群體協同學習的方式，透過相互交流、對話，彼此探詢與辯護的歷程，藉以反思既有的心智模式，除了內省自己的看法外，關照問題或事件的發展脈絡，並能同理他者的想法，以重新檢驗被視為理所當然（take for granted）的假設，同時開展新的系統思考方式；從而建構自我與他者視域融合的共享心智模式，以整全視角看待學習的內容、形態及歷程，藉由傾聽、提問、回饋與實踐等方式，與課堂教學系統中成員形成協同演化模式，如同「學習共同體」理念所強調者，從有目的性的計畫性課程設計走向專題導向的有意義探索，從而演化出更具深度的學習，甚至在協同演化過程中，充分體現出行動主體的能動性與創造力，而進一步引發出師生、同儕、小組或全班等不同層次的自組織學習。

### （三）開啟課堂多元適性的有機教學

Howard Gardner於1983年提出多元智能理論，主張每個人都擁有多元智能，且各有其獨特殊異的運作方式，只要給予每個人適當的鼓勵、指導與機會，並配合適宜的支持環境，大多數人的智能都能得到適度的啟發。惟各個學童在各項智能的發展傾向不一，沒有任何一套教學方法能完全切合各個時期所有學童的個別學習需求；因此，教師宜採適性教學策略，配合學生的個性、潛能及需

要，提供彈性多元的有機教學。此一因應多元智慧理論的多元適性教學概念，正可對課堂教學系統所顯現的複雜調適系統特性—開放性環境與多樣性分化，提供一個相應有利之發展途徑的參考方向。

課堂教學系統作為一複雜調適系統，教師在教學過程中必須正視並認同個別學生均為各具不同心智模式及多元智慧的行動主體，並根據學生的成熟程度、學習興趣和學習風格來開展多元活潑的教學方式，以適應學生之間的個別差異，使課堂教學的內容、過程和成果能滿足各個學生不同的學習需求。此外，尚須體察課堂教學系統係由各構成要素相互調適配合而成的有機整體，兼具線性及非線性的的交互作用，系統中各構成要素彼此相互牽引及影響，乃至課堂活動的進行不見得盡如預設的目標、方向或節奏發展，隨時可能因偶發情事而產生變化。因此，教師當以非線性思維來看待課堂教學系統，持續地關注教學中隨機產生的複雜變化，並及時察覺課堂情境及學生反應的狀況，以便適切地調整教學內容、方法和步調，引領學生在動態和不斷演化的課堂教學過程中能夠適性學習與發揮潛能，從而造就出課堂教學系統的最適景觀（fitness landscape）—讓每位學生的多元智能均獲得適度啟發，並進一步發掘出各自的優勢智能。

### （四）善用課堂混沌邊緣的湧現契機

「混沌邊緣」（edge of chaos）係指介於秩序與混沌之間的中間地帶，在穩定與不穩定的動態平衡狀態中，保有演

化、變革、創新與發展的彈性及機會，體現複雜調適系統中自組織的生命活力。此一概念正可對課堂教學系統所顯現的複雜調適系統特性—自組織行為與湧現現象，提供一個相應有利之發展途徑的參考方向。

課堂教學系統中的師生俱為各擁不同心智模式的行動主體，除了彼此交感互動外，亦會與教學環境中各構成要素相互影響，使系統同時交織著正、負回饋力量的作用，從而趨向「混沌邊緣」的狀態。在此一狀態下，系統遊走於有序與無序彼此適中結合的條件下，藉由適切規範的有序性以維持整體課堂教學系統的規律、協調與穩定，另透過適度自由的無序性使課堂各構成要素能夠進行局部的調適、變異與創新，讓系統自發的自組織活動獲得最佳發展空間，從而使創意思維與行為模式可能就此湧現。是以，教師應具有覺察並善用課堂「混沌邊緣」狀態的能力，在課堂中除了能秉持專業理性以調控教學活動的有序進行外，亦能因應教學情境的特殊性與複雜性，適時採用彈性調整教材內容順序、跨學科領域連絡教學、融合生活經驗或問題導向教學等開放性及啟發性教學策略，使課堂教學系統中的行動主體得以在共學的演化關係中，透過思辨與對話，產生知識邏輯、系統或應用上的意見分立、交叉辯證與整合發展，從

而在秩序及混沌之間蘊蓄待發的創思活力，以因應課堂情境條件與實際學習需求，由下而上（bottom-up）自發性地湧現（emerge）出權宜、調適或創新的認知策略與行動結果，使課堂教學系統在秩序與混沌的動態平衡狀態中，展現出創造性學習與創意發展的契機。

## 五、結語

當前國民教育現場課堂教學系統係一由教師、學生、教材、環境等構成要素交互作用及影響所形成的非線性動態系統，傳統理性決定論的線性邏輯觀點已難對課堂教學系統的實際運作與發展作出完整而適切的觀察、理解與詮釋。本文以複雜調適系統的非線性動態觀點檢視國民中小學課堂教學系統的運作形貌，發現確與複雜調適系統所強調的若干特性相符合，故參照「複雜調適系統」的相關特性對此課堂教學系統之運作形貌進行闡釋，以供教育學界與教學工作者從另類視角來瞭解及省察課堂教學系統實際運作形貌的參考；同時，結合理論分析與實務應用的觀點，依課堂教學系統運作形貌所顯露的各項特性，提出促進課堂教學正面效益的相應發展途徑供教育同好參考，冀能對課堂教學系統的實務探究與理論發展產生另類的啟示作用。

## 參考文獻

- 張婉菁 (2005)。霧裡見花：以複雜科學觀點探討職場女性地位發展。國立中央大學人力資源管理研究所博士論文，未出版。
- 李錫津 (2012)。日本學習共同體之我見我聞我思。教師天地，181，77-80。
- 黃郁倫、鐘啓泉 (譯) (2012)。佐藤學 (著)。學習的革命—從教室出發的改革。臺北：天下雜誌股份有限公司。
- Anderson, P. (1999). Complexity theory and organization science. *Organization Science*, 10 (3), 216-232.
- Stacey, R.D. (1996). *Complexity and creativity in organizations*. San Francisco: Berrett-Koehler.
- Morrison, K.R.B. (2002). *School leadership and complexity theory*. London: Routledge Falmer.
- Holland, J. H. (1995). *Hidden order: How adaptation builds complexity*. Reading, MA: Addison- Wesley.
- Kauffman, S. A. (1995). *At home in the universe: The search for laws of self-organization and complexity*. New York: Oxford University Press.
- Dolley, KJ. (1997). A complex systems model of organization change. *Nonlinear Dynamics, Psychology, and Life science*, 1(1), 69-97.
- Reid, W. A. (1978). *Thinking about the curriculum: The nature and treatment of curriculum problems*. Boston: Routledge & Kegan Paul.

